

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-91841  
(P2008-91841A)

(43) 公開日 平成20年4月17日(2008.4.17)

(51) Int.Cl.	F 1		テーマコード (参考)
<b>H01L 27/14</b> (2006.01)	H01L 27/14	D	4M118
<b>G02B 3/00</b> (2006.01)	G02B 3/00	A	5C024
<b>H04N 5/335</b> (2006.01)	H04N 5/335	U	5C065
<b>H04N 9/07</b> (2006.01)	H04N 9/07	D	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-274219 (P2006-274219)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成18年10月5日 (2006.10.5)	(74) 代理人	100089875 弁理士 野田 茂
		(72) 発明者	古川 順一 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ ニー株式会社内
		F ターム (参考)	4M118 AB01 BA14 CA02 CA32 DD04 DD12 FA06 FA33 GC07 GC14 GD03 GD04 GD07 GD20 5C024 CX35 CY14 EX43 EX52 5C065 CC01 DD01 EE06 EE10 EE11 GG49

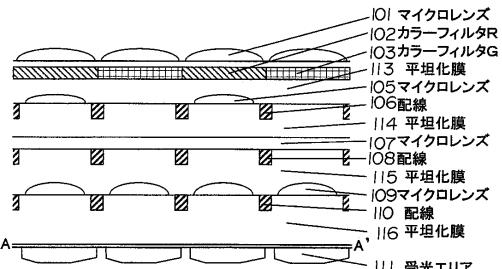
## (54) 【発明の名称】 固体撮像装置及び撮像装置

## (57) 【要約】

【課題】画素毎に設けられる光学フィルタの受光部への入光特性を最適化する。

【解決手段】色毎の集光を最適化するため、色フィルタの構成に応じて、色毎のレンズ枚数、レンズ構成（レンズ曲率、レンズが凸レンズか凹レンズか）を変更する構造としている。このように、カラーフィルタの色毎に異なるマイクロレンズ構成を持つことで、カラーフィルタを通過した波長の違いにより生じる、色毎の受光エリアでの集光状態を最適化できる。そのため、カメラレンズの絞り値や、受光部中央と周辺での光の入射角の違いにより、受光部中央と周辺での集光状態が色毎に異なることで発生する色シェーディングなどの画像ムラを低減することができる。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

それぞれ光電変換部を有する複数の画素が形成された半導体基板と、  
前記半導体基板上に積層される複数層の絶縁膜と、  
前記複数層の絶縁膜の間に形成される配線膜と、  
前記複数層の絶縁膜の間に各光電変換部に対応して形成される層内レンズと、  
前記絶縁膜上に各光電変換部に対応して形成される光学フィルタと、  
前記光学フィルタ上に各光電変換部に対応して形成されるオンチップレンズとを有し、  
前記層内レンズ及びオンチップレンズの少なくとも一部は、前記光学フィルタの特性に  
応じて画素毎に異なる構造を有する、  
ことを特徴とする固体撮像装置。

10

**【請求項 2】**

複数層の前記層内レンズを有し、少なくとも1層の層内レンズが一部の光学フィルタに  
対応する画素の光電変換部にのみ対応して形成されていることを特徴とする請求項1記載  
の固体撮像装置。

**【請求項 3】**

前記層内レンズが凸レンズを含むことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

**【請求項 4】**

前記層内レンズが凹レンズを含むことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

20

**【請求項 5】**

前記光学フィルタが3原色カラーフィルタであることを特徴とする請求項1記載の固体  
撮像装置。

**【請求項 6】**

前記層内レンズ及びオンチップレンズの少なくとも一部は、前記カラーフィルタの色に  
応じて画素毎に異なる構造を有することを特徴とする請求項5記載の固体撮像装置。

30

**【請求項 7】**

被写体の撮像を行うための固体撮像装置と、前記固体撮像装置の受光部に被写体像を結  
像させる撮像光学系と、前記撮像光学系を駆動する駆動制御部と、前記固体撮像装置から  
の出力信号を信号処理し、撮像信号を生成する信号処理部と、前記信号処理部によって生  
成された撮像信号を記録する記録部と、前記信号処理部によって生成された撮像信号を出  
力する出力部と、撮像動作を制御するための各種信号を入力する操作部と有し、

前記固体撮像装置は、

それぞれ光電変換部を有する複数の画素が形成された半導体基板と、  
前記半導体基板上に積層される複数層の絶縁膜と、  
前記複数層の絶縁膜の間に形成される配線膜と、  
前記複数層の絶縁膜の間に各光電変換部に対応して形成される層内レンズと、  
前記絶縁膜上に各光電変換部に対応して形成される光学フィルタと、  
前記光学フィルタ上に各光電変換部に対応して形成されるオンチップレンズとを有し、  
前記層内レンズ及びオンチップレンズの少なくとも一部は、前記光学フィルタの特性に  
応じて画素毎に異なる構造を有する、  
ことを特徴とする撮像装置。

40

**【請求項 8】**

複数層の前記層内レンズを有し、少なくとも1層の層内レンズが一部の光学フィルタに  
対応する画素の光電変換部にのみ対応して形成されていることを特徴とする請求項7記載  
の撮像装置。

**【請求項 9】**

前記層内レンズが凸レンズを含むことを特徴とする請求項7記載の撮像装置。

**【請求項 10】**

前記層内レンズが凹レンズを含むことを特徴とする請求項7記載の撮像装置。

**【請求項 11】**

50

前記光学フィルタが3原色カラーフィルタであることを特徴とする請求項7記載の撮像装置。

【請求項12】

前記層内レンズ及びオンチップレンズの少なくとも一部は、前記カラーフィルタの色に応じて画素毎に異なる構造を有することを特徴とする請求項11記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の画素に対応して異なる波長特性を有するカラーフィルタ等の光学フィルタを搭載したCMOSイメージセンサ等の固体撮像装置、さらには、このような固体撮像装置を搭載したカメラや携帯電話機等の撮像装置に関する。 10

【背景技術】

【0002】

従来より、CMOSイメージセンサにおいて、各画素の受光部に対応して微小レンズ面を形成した層内レンズやオンチップレンズを有する固体撮像装置が提供されている。例えば、フォトダイオードやトランジスタを設けた半導体基板上に、複数層の配線及び層間絶縁膜が積層され、その間に層内レンズが配置されるとともに、その上に平坦化膜を介してオンチップのカラーフィルタ及びマイクロレンズが配置されている（例えば特許文献1参照）。 20

【0003】

図12及び図13は従来のCMOSイメージセンサにおける積層構造の一例を示す断面図である。

図において、シリコン基板200の上層部には、複数の画素のフォトダイオードの受光部211が形成されている。なお、図12及び図13では各画素を構成する画素トランジスタ回路等は省略している。

また、このシリコン基板200の上面には、ゲート絶縁膜200Aや図示しないゲート電極等を介して平坦化膜（層間絶縁膜）216及び配線210が形成され、その上に層内レンズ209が形成されている。また、その上には、2層の平坦化膜（層間絶縁膜）215、214及び配線208、206が形成され、その上に最上層の平坦化膜213が形成されている。 30

そして、この平坦化膜213の上には、各画素に対応するカラーフィルタ202、203、204が配置されている。なお、図12では赤色フィルタ202と緑色フィルタ203が現れた断面を示しており、図13では緑色フィルタ203と青色フィルタ204が現れた断面を示している。

さらに、このカラーフィルタ202、203、204上には、保護膜を介してオンチップレンズ201が形成されている。

【特許文献1】特開2004-304148号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上述のようなCMOSイメージセンサでは、受光部上の配線膜が多層にわたり、最上部のマイクロレンズ（トップレンズ）と受光部の距離が大きくなり、カラーフィルタを通過した光の波長の違いにより、色ごとの画素の集光状態が最適化できていない。そのため、カメラレンズの絞り値や、受光部の中央と周辺での光の入射角の違いにより、受光部の中央と周辺での集光状態が色ごとに異なり、色シェーディングなどの画像ムラが発生している。 40

これは、従来例で示した層内レンズを有する場合でも同様である。

【0005】

そこで本発明は、画素毎に設けられる光学フィルタの受光部への入光特性を最適化することができる固体撮像装置及び撮像装置を提供することを目的とする。 50

**【課題を解決するための手段】**

**【0006】**

上述の目的を達成するため、本発明の固体撮像装置は、それぞれ光電変換部を有する複数の画素が形成された半導体基板と、前記半導体基板上に積層される複数層の絶縁膜と、前記複数層の絶縁膜の間に形成される配線膜と、前記複数層の絶縁膜の間に各光電変換部に対応して形成される層内レンズと、前記絶縁膜上に各光電変換部に対応して形成される光学フィルタと、前記光学フィルタ上に各光電変換部に対応して形成されるオンチップレンズとを有し、前記層内レンズ及びオンチップレンズの少なくとも一部は、前記光学フィルタの特性に応じて画素毎に異なる構造を有することを特徴とする。

**【0007】**

また本発明の撮像装置は、被写体の撮像を行うための固体撮像装置と、前記固体撮像装置の受光部に被写体像を結像させる撮像光学系と、前記撮像光学系を駆動する駆動制御部と、前記固体撮像装置からの出力信号を信号処理し、撮像信号を生成する信号処理部と、前記信号処理部によって生成された撮像信号を記録する記録部と、前記信号処理部によって生成された撮像信号を出力する出力部と、撮像動作を制御するための各種信号を入力する操作部と有し、前記固体撮像装置は、それぞれ光電変換部を有する複数の画素が形成された半導体基板と、前記半導体基板上に積層される複数層の絶縁膜と、前記複数層の絶縁膜の間に形成される配線膜と、前記複数層の絶縁膜の間に各光電変換部に対応して形成される層内レンズと、前記絶縁膜上に各光電変換部に対応して形成される光学フィルタと、前記光学フィルタ上に各光電変換部に対応して形成されるオンチップレンズとを有し、前記層内レンズ及びオンチップレンズの少なくとも一部は、前記光学フィルタの特性に応じて画素毎に異なる構造を有することを特徴とする。

10

20

**【発明の効果】**

**【0008】**

本発明の固体撮像装置及び撮像装置によれば、層内レンズ及びオンチップレンズが光学フィルタの特性に応じて画素毎に異なる構造を有することから、画素毎に設けられる光学フィルタの受光部への入光特性を最適化することができる。

30

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0009】**

図1及び図2は本発明の実施の形態による固体撮像装置(CMOSイメージセンサ)における積層構造の一例を示す断面図である。

30

また、図3は図1に示すCMOSイメージセンサの概要を示すブロック図、図4は図1に示すCMOSイメージセンサの画素構成を示す回路図である。

図5は図1に示すCMOSイメージセンサにおけるトップレンズのパターンを示す平面図であり、図6は図1に示すCMOSイメージセンサにおけるカラーフィルタ層のパターンを示す平面図である。図7～図9は配線と色フィルタの構成に合わせたマイクロレンズ層の配置を示す平面図である。

図10はシリコン基板に形成された受光部と画素トランジスタの一部を示す平面図である。

なお、図1及び図2で示した断面図は、図5～図10で示した平面図のA-A'断面及びB-B'断面を示している。

40

**【0010】**

まず、図3及び図4を用いて本実施の形態によるCMOSイメージセンサについて説明する。

図3に示すように、CMOSイメージセンサは、同一チップ上に、フォトダイオード(光電変換部)を含む複数の画素11を2次元方向に配置して画素アレイ部を構成した撮像領域10と、この撮像領域10の外部に形成された周辺回路領域20とを設けたものである。

そして、周辺回路領域20には、画素アレイ部に各種の制御パルスを供給して画素列毎に画素信号の読み出しを行う垂直選択駆動回路21と、画素アレイ部から読み出された列

50

信号に対してノイズ処理等の信号処理を行う列信号処理部22と、この列信号処理部22で処理した画素信号を水平方向に転送する水平走査回路23と、水平走査回路23から転送される画素信号を撮像信号として出力する出力処理部24と、各部にタイミング信号を供給するタイミングジェネレータ25等が設けられている。

#### 【0011】

また、図4に示すように、撮像領域10の各画素11には、受光量に応じた信号電荷を生成するフォトダイオード31と、このフォトダイオード31の信号電荷をFD(フローティングデフェュージョン)に読み出す読み出しトランジスタ(転送ゲート)32、FDの電位に応じた画素信号を生成する増幅トランジスタ33、画素信号の出力タイミングを選択する選択トランジスタ34、FDをリセットするリセットトランジスタ35等の画素トランジスタが設けられ、さらに、このような画素アレイ部と周辺回路領域との間で各種の信号や電源をやり取りするための配線やその他の素子が設けられている。  
10

#### 【0012】

次に、図1及び図2に基づいて本実施の形態によるCMOSイメージセンサの積層構造について説明する。

図において、シリコン基板100の上層部には、複数の画素のフォトダイオードの受光部111が形成されている。なお、図1及び図2では各画素を構成する画素トランジスタ回路等は省略している。図10はフォトダイオードの受光エリア111と転送トランジスタ112の配置を示しており、転送トランジスタ112は受光エリア111のコーナ部分に配置されている。なお、図10は模式的に示したものであり、実際には、トランジスタは受光エリアよりも大幅に小さく形成され、増幅、選択、リセットといった他のトランジスタとともに形成されているものとする。  
20

#### 【0013】

また、このシリコン基板100の上面には、ゲート絶縁膜100Aや図示しないゲート電極等を介して平坦化膜(層間絶縁膜)116及び配線110が形成され、その上に層内レンズ109が形成されている。この層内レンズ109は、従来例(図12、図13)と同様に、全ての画素に対応して設けられた凸レンズである。この層内レンズ109と配線110は図9に示すように配置されている。

このマイクロレンズ109は、下地上にレンズ材を全面に形成し、その上部にレジストをレンズパターンに合わせた凸平面形状にパターニングした後、熱溶融リフローによる表面張力によってレンズ形状を形成し、これをエッチバックすることによりレンズ材に転写することで形成する。なお、平坦化膜116は、SiON系の膜、または低屈折率のSiN系膜を用いて形成し、マイクロレンズ109は、高屈折率のSiN系膜を用いて形成する。  
30

#### 【0014】

また、その上には、平坦化膜(層間絶縁膜)115及び配線108が形成され、その上に層内レンズ107が形成されている。この層内レンズ107は、従来例(図12、図13)とは異なる構成であり、青色フィルタ104が配置される画素だけに対応して設けられた凹レンズである。この層内レンズ107と配線108は図8に示すように配置されている。マイクロレンズ107は、下地上にレンズ材を全面に形成し、その上部にレジストをレンズパターンに合わせた開口形状にパターニングした後、等方エッチングすることによりレンズ材に形成する。なお、平坦化膜115は、SiON系の膜、または低屈折率のSiN系膜を用いて形成し、マイクロレンズ107は、高屈折率のSiN系膜を用いて形成する。  
40

#### 【0015】

また、その上には、平坦化膜(層間絶縁膜)114及び配線106が形成され、その上に層内レンズ105が形成されている。この層内レンズ105は、従来例(図12、図13)とは異なる構成であり、赤色フィルタ102が配置される画素だけに対応して設けられた凸レンズである。この層内レンズ105と配線106は図7に示すように配置されている。なお、平坦化膜114は、SiON系の膜、または低屈折率のSiN系膜を用いて  
50

形成し、マイクロレンズ 105 は、高屈折率の SiN 系膜を用いて形成する。

次に、最上層の平坦化膜 113 が形成され、この平坦化膜 113 の上に、各画素に対応するカラーフィルタ 102、103、104 が配置されている。なお、図 1 では赤色フィルタ 102 と緑色フィルタ 103 が現れた断面を示しており、図 2 では緑色フィルタ 103 と青色フィルタ 104 が現れた断面を示している。カラーフィルタ 102、103、104 は、例えば図 6 に示すような配列で形成されている。

#### 【0016】

さらに、このカラーフィルタ 102、103、104 上には、保護膜を介してオンチップレンズ 101 が形成されている。オンチップレンズ 101 は、図 5 に示すように、全ての画素に対応するようになっている。なお、平坦化膜 113 は、SiON 系の膜、または低屈折率の SiN 系膜を用いて形成し、マイクロレンズ 101 は、高屈折率の SiN 系膜を用いて形成する。

なお、色毎に形成する層内レンズを凸レンズにするか、凹レンズにするかは、最適化の狙いにより選択する。

#### 【0017】

以上のように本実施の形態によるイメージセンサでは、色毎の集光を最適化するため、色フィルタの構成に応じて、色毎のレンズ枚数、レンズ構成（レンズ曲率、レンズが凸レンズか凹レンズか）を変更する構造としている。このように、カラーフィルタの色毎に異なるマイクロレンズ構成を持つことで、カラーフィルタを通過した波長の違いにより生じる、色毎の受光エリアでの集光状態を最適化できる。そのため、カメラレンズの絞り値や、受光部中央と周辺での光の入射角の違いにより、受光部中央と周辺での集光状態が色毎に異なることで発生する色シェーディングなどの画像ムラを低減することができる。

#### 【0018】

なお、以上は本発明を CMOS イメージセンサについて適用した場合を説明したが、本発明は必ずしも CMOS イメージセンサに限定されず、複数層のマイクロレンズ層を有するイメージセンサに適用できるものである。また、本発明における光学フィルタとは、上述した 3 原色カラーフィルタに限定されるものでなく、例えば補色フィルタや赤外線フィルタを含むものとする。

#### 【0019】

また、固体撮像装置は 1 チップ上にイメージセンサを構成したものに限らず、イメージセンサを搭載した撮像部と信号処理部や光学系とを別の部品として構成し、これらをまとめてパッケージ化した構成であってもよく、さらに、制御部や操作部と一体化され、カメラシステムや携帯電話器に利用される装置であってもよい。すなわち、本発明では、単体のイメージセンサを固体撮像装置と言い、他の機能部品（例えば通信モジュールや表示モジュール）と組み合わせたものを撮像装置と言うものとし、いずれも本発明の範囲とするものである。

#### 【0020】

以下、本発明を適用した撮像装置の具体例を説明する。

図 11 は本例の CMOS イメージセンサを用いたカメラ装置の構成例を示すブロック図である。

図において、撮像部 310 は、例えば図 3 及び図 4 に示した CMOS イメージセンサを用いて被写体の撮像を行い、撮像信号をメイン基板に搭載されたシステムコントロール部 320 に出力する。すなわち、撮像部 310 では、上述した CMOS イメージセンサの出力信号に対し、AGC（自動利得制御）、OB（オプティカルブラック）クランプ、CDS（相関二重サンプリング）、A/D 変換といった処理を行い、デジタル撮像信号を生成して出力する。

なお、本例では、撮像部 310 内で撮像信号をデジタル信号に変換してシステムコントロール部 320 に出力する例について示しているが、撮像部 310 からアナログ撮像信号をシステムコントロール部 320 に送り、システムコントロール部 320 側でデジタル信号に変換する構成であってもよい。また、撮像部 310 内での処理も種々の方法があり、

10

20

30

40

50

特に限定しないことは勿論である。

【0021】

また、撮像光学系300は、鏡筒内に配置されたズームレンズ301や絞り機構302等を含み、CMOSイメージセンサの受光部に被写体像を結像させるものであり、システムコントロール部320の指示に基づく駆動制御部330の制御により、各部を機械的に駆動してオートフォーカス等の制御が行われる。

【0022】

また、システムコントロール部320には、CPU321、ROM322、RAM323、DSP324、外部インターフェース325等が設けられている。

CPU321は、ROM322及びRAM323を用いて本カメラ装置の各部に指示を送り、システム全体の制御を行う。10

DSP324は、撮像部310からの撮像信号に対して各種の信号処理を行うことにより、所定のフォーマットによる静止画または動画の映像信号（例えばYUV信号等）を生成する。

外部インターフェース325には、各種エンコーダやD/A変換器が設けられ、システムコントロール部320に接続される外部要素（本例では、ディスプレイ360、メモリ媒体340、操作パネル部350）との間で、各種制御信号やデータをやり取りする。

【0023】

ディスプレイ360は、本カメラ装置に組み込まれた例えば液晶パネル等の小型表示器であり、撮像した画像を表示する。なお、このようなカメラ装置に組み込まれた小型表示器に加えて、外部の大型表示装置に画像データを伝送し、表示できる構成とすることも勿論可能である。20

メモリ媒体340は、例えば各種メモリカード等に撮影された画像を適宜保存しておけるものであり、例えばメモリ媒体コントローラ341に対してメモリ媒体を交換可能なものとなっている。メモリ媒体340としては、各種メモリカードの他に、磁気や光を用いたディスク媒体等を用いることができる。

操作パネル部350は、本カメラ装置で撮影作業を行うに際し、ユーザが各種の指示を行うための入力キーを設けたものであり、CPU321は、この操作パネル部350からの入力信号を監視し、その入力内容に基づいて各種の動作制御を実行する。

【0024】

このようなカメラ装置に、本発明を適用することにより、種々の被写体に關し、高品位の撮影を行うことができる。なお、以上の構成において、システムの構成要素となる単位デバイスや単位モジュールの組み合わせ方、セットの規模等については、製品化の実情等に基づいて適宜選択することが可能であり、本発明の撮像装置は、種々の変形を幅広く含むものとする。30

【0025】

また、本発明の固体撮像装置及び撮像装置において、撮像対象（被写体）としては、人や景色等の一般的な映像に限らず、偽札検出器や指紋検出器等の特殊な微細画像パターンの撮像にも適用できるものである。この場合の装置構成としては、図11に示した一般的なカメラ装置ではなく、さらに特殊な撮像光学系やパターン解析を含む信号処理系を含むことになり、この場合にも本発明の作用効果を十分發揮して、精密な画像検出を実現することが可能となる。40

さらに、遠隔医療や防犯監視、個人認証等のように遠隔システムを構成する場合には、上述のようにネットワークと接続した通信モジュールを含む装置構成とすることも可能であり、幅広い応用が実現可能である。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の実施の形態によるCMOSイメージセンサの積層構造を示す断面図である。

【図2】本発明の実施の形態によるCMOSイメージセンサの積層構造を示す断面図であ50

る。

【図3】図1に示すCMOSイメージセンサの概要を示すブロック図である。

【図4】図1に示すCMOSイメージセンサの画素構成を示す回路図である。

【図5】図1に示すCMOSイメージセンサにおけるトップレンズのパターンを示す平面図である。

【図6】図1に示すCMOSイメージセンサにおけるカラーフィルタ層のパターンを示す平面図である。

【図7】図1に示すCMOSイメージセンサの配線と色フィルタの構成に合わせたマイクロレンズ層の配置を示す平面図である。

【図8】図1に示すCMOSイメージセンサの配線と色フィルタの構成に合わせたマイクロレンズ層の配置を示す平面図である。 10

【図9】図1に示すCMOSイメージセンサの配線と色フィルタの構成に合わせたマイクロレンズ層の配置を示す平面図である。

【図10】図1に示すCMOSイメージセンサのシリコン基板に形成された受光部と画素トランジスタの一部を示す平面図である。

【図11】図1に示すCMOSイメージセンサを撮像部に用いたカメラ装置の構成例を示すブロック図である。 20

【図12】従来のCMOSイメージセンサの積層構造の例を示す断面図である。

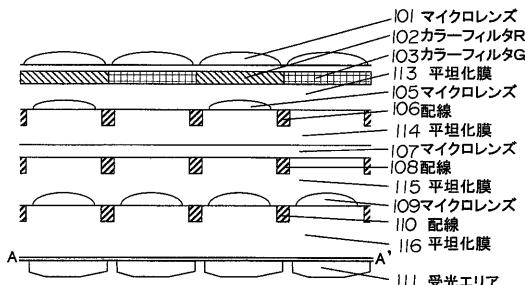
【図13】従来のCMOSイメージセンサの積層構造の例を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

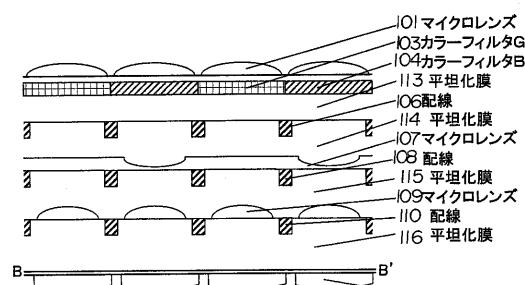
#### 【0027】

100 ……シリコン基板、101 ……マイクロレンズ、102、103、104 ……カラーフィルタ、105、107、109 ……層内レンズ、111 ……受光部。

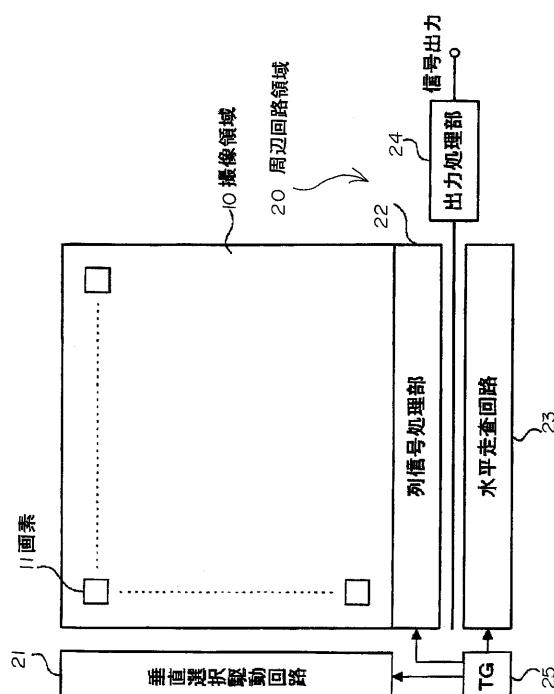
【図1】



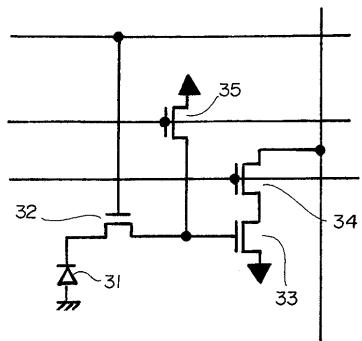
【図2】



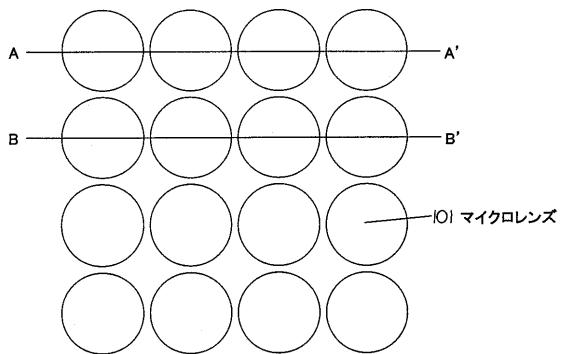
【図3】



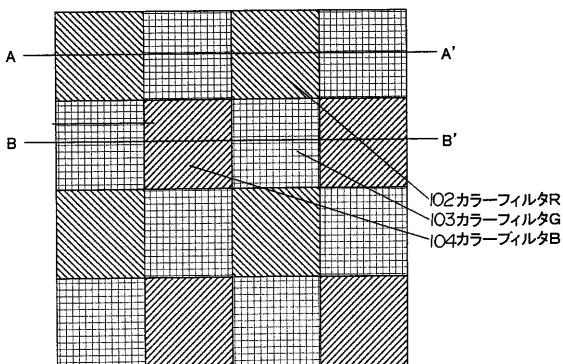
【図4】



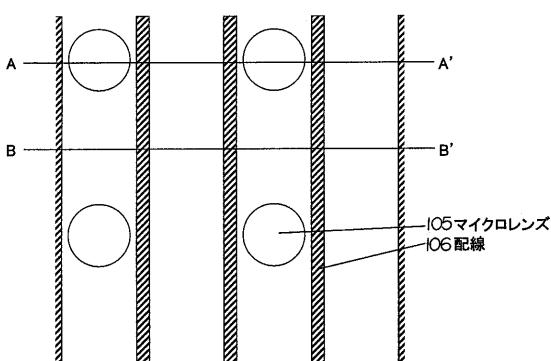
【図5】



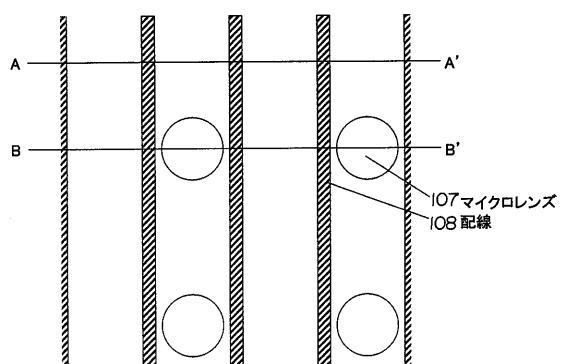
【図6】



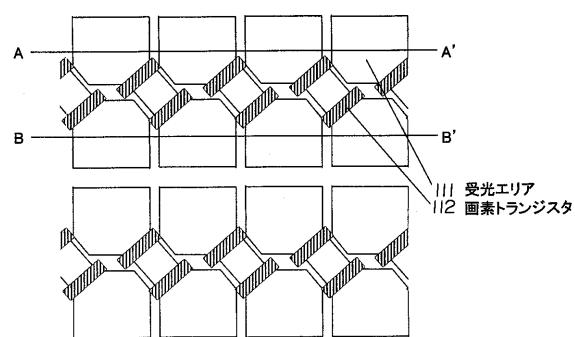
【図7】



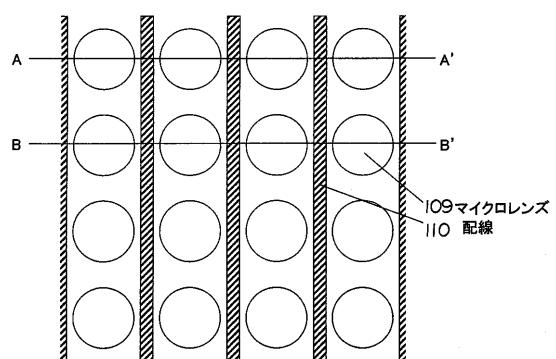
【図8】



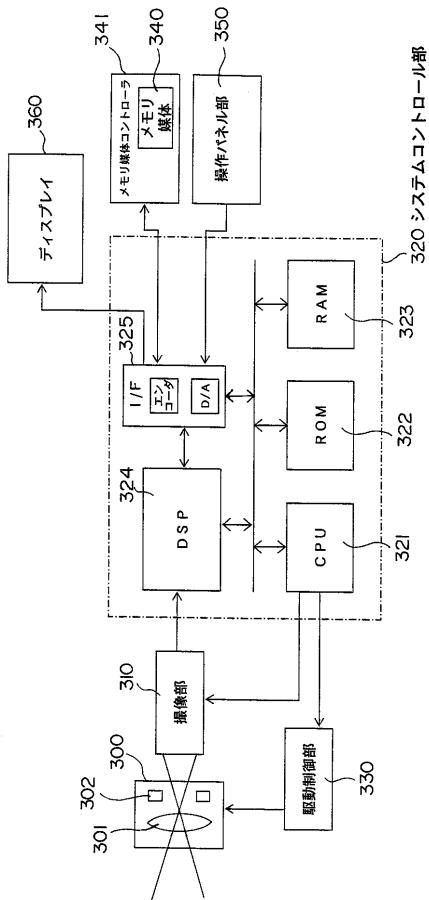
【図10】



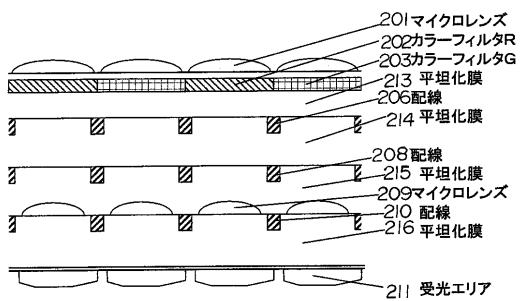
【図9】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

